

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/297574403>

Concepções acerca da natureza da ciência em manuais escolares do 5.º ano de escolaridade

Article · December 2015

CITATIONS

0

READS

10

2 authors, including:



António Almeida

Instituto Politécnico de Lisboa

73 PUBLICATIONS 41 CITATIONS

SEE PROFILE

CONCEÇÕES ACERCA DA NATUREZA DA CIÊNCIA EM MANUAIS ESCOLARES DO 5.º ANO DE ESCOLARIDADE

Natércia Barbosa

EB 2,3 Conde de Oeiras
natercia.r.b@hotmail.com

António Almeida

Escola Superior de Educação de Lisboa / Centro Interdisciplinar de Estudos Educacionais
aalmeida@eselx.ipl.pt

Resumo

O presente estudo centrou-se na análise dos nove manuais de Ciências da Natureza do 5.º ano editados em 2010 e pretendeu identificar neles aspetos relacionados com a natureza da ciência na dimensão epistemológica/filosófica (mutabilidade do conhecimento científico, metodologia científica, espaços em que se desenvolve ciência), psicológica (o sucesso, dinâmica e dificuldades do trabalho científico) e sociológica (divulgação das descobertas, sua unanimidade e características humanas dos cientistas). Para tal, uma grelha de análise foi aplicada a cada manual, contemplando as referidas dimensões, aspetos e ainda indicadores que os operacionalizassem.

Os resultados permitiram concluir que na dimensão epistemológica, apenas foi recorrente a referência à mutabilidade da ciência; na dimensão psicológica, apenas quatro manuais referem que o trabalho dos cientistas tem êxitos e fracassos, mas omitem episódios de insucesso. Só em três surge a referência ao trabalho científico em equipa e igualmente em três se faz alusão às dificuldades e discordâncias desse mesmo trabalho; na dimensão sociológica, seis manuais mencionam aspetos de cooperação entre cientistas, três referem que nem sempre os cientistas chegam às mesmas conclusões e apenas um salienta que os cientistas são homens e mulheres comuns.

Em conclusão, muitas das ideias que têm vindo a ser discutidas acerca da natureza da ciência na formação inicial e contínua de professores parecem ter ainda reduzida expressão nos manuais referidos. Com esta análise, pretende-se alertar para a necessidade de esta dimensão da literacia científica ter maior visibilidade no futuro,



possibilitando uma educação científica dos nossos jovens mais completa.

Palavras-chave: Manuais escolares; Natureza da ciência; Dimensão epistemológica, psicológica e sociológica.

Abstract

The actual study focused on the analysis of the nine, fifth grade Natural Science textbooks, published in 2010 and intended to identify there, those aspects related to the nature of science, in its epistemological/philosophical (changeability of scientific knowledge, scientific methodology, areas of science development), psychological (success, dynamics and difficulties of scientific work) and sociological dimension (the divulgation of their findings, the unanimity and human features of the scientists). In order to reach this objective, a grid of analysis was applied to every textbook, contemplating those dimensions, aspects and even indicators that would enable its operationalization.

The results allowed the conclusion that in the epistemological dimension, only the mention to the mutability of science was recurrent; in the psychological dimension, only four textbooks noticed that the work of scientists had successes and failures, but left out episodes of failure. Only in three of them, scientific work as teamwork, is referred and there were also three textbooks that contain references to the difficulties and disagreements of that same work; in the sociological dimension, six textbooks mentioned aspects of cooperation among scientists; another three stated that scientists do not always reach the same conclusions and only one pointed out that scientists are common men and women.

In conclusion, many of the ideas that are being discussed about the nature of science in initial and continuing training of teachers seem to have still reduced expression in those referred textbooks. The intention of this analysis, it is to alert for the need of increasing the visibility of this dimension in the future, providing a more complete scientific education of our young students.

Keywords: Textbooks; Nature of science; Epistemological, psychological and sociological dimensions.

Introdução

A literacia científica compreende para Hodson (1998) três dimensões fundamentais: aprender ciência, aquisição de conhecimento conceptual; fazer ciência, desenvolver capacidades inerentes aos processos científicos; refletir sobre a natureza da ciência, compreender o modo como o conhecimento científico se constrói, recorrendo à sua história e articulação com a sociedade. A compreensão destas três dimensões da literacia científica pelos alunos depende da modalidade de prática pedagógica dos docentes que deve ser metodologicamente inovadora, indo ao encontro das recomendações presentes nos documentos reguladores para o ensino das ciências. No que se refere à dimensão do refletir acerca da natureza da ciência, algumas referências explícitas estão presentes no Currículo Nacional do Ensino Básico (DEB, 2001), onde se defende “a análise e debates de relatos de descobertas científicas, nos quais se evidenciam êxitos e fracassos, persistência e formas de trabalho de diferentes cientistas” (p. 133), e também a necessidade de os alunos conhecerem “relatos de como ideias importantes se divulgaram e foram aceites e desenvolvidas, ou foram rejeitadas e substituídas” e reconhecerem “que o conhecimento científico está em evolução permanente, sendo um conhecimento inacabado” (p. 130). Neste propósito, os manuais escolares desempenham um papel importante, uma vez são um recurso de eleição dos professores, capaz de modelar as suas práticas, como possivelmente mais nenhum outro recurso educativo. Por isso, os autores de manuais deveriam construí-los de forma a contemplar as três dimensões da literacia científica citadas anteriormente, tornando-as explícitas, ajudando assim os docentes a contemplá-las sem omissões.

A imagem de ciência que muitos alunos possuem, advém essencialmente daquilo que os seus professores de ciências lhes proporcionaram em termos de processo de ensino/aprendizagem (Praia & Cachapuz, 1998). Assim, são as conceções que os próprios professores possuem acerca da natureza da ciência e da investigação científica que vão influenciar a sua prática letiva, nomeadamente, ao nível da seleção do tipo de atividades implementadas nas aulas e condicionar o modo como os alunos compreendem o empreendimento científico. O trabalhar a dimensão epistemológica/filosófica da ciência é assim um imperativo associado à tarefa de formar cidadãos cientificamente literados. Segundo Millar & Osborne (1998), o relatório *Beyond 2000: Science Education for the Future* é um dos muitos documentos que recomenda o desenvolvimento de uma ampla compreensão da ciência (não só ao



nível dos conteúdos, mas também da sua natureza), dos seus grandes temas e das origens das ideias científicas. Como refere Harlen (2006), é fundamental para a aprendizagem das ciências a compreensão das vantagens e limitações da atividade científica e ainda compreender a natureza do conhecimento científico.

A natureza da ciência inclui as dimensões epistemológica/filosófica, psicológica e sociológica que influenciam todo o processo de construção do conhecimento científico com reflexos na própria história da ciência.

A dimensão epistemológica/filosófica da ciência preocupa-se em conhecer a natureza do conhecimento científico, como este se constrói e modifica, porque se altera ao longo do tempo e a relação entre o conhecimento, os processos e metodologias de trabalho em ciência. Como sublinha Afonso (2008), “a relação entre as vertentes, experimental e teórica varia ao longo do tempo e essa variação determina a evolução da própria natureza da ciência” (p. 18). E para Ziman (1984), as referidas metodologias são os elementos de um processo específico de obter informação fidedigna acerca do mundo natural. A referência a metodologias no plural decorre de se considerar a existência de uma multiplicidade de caminhos para se construir o conhecimento científico. De facto, a conceção de que a ciência traduz verdades imutáveis, associada à existência de um método científico único, conduz a uma visão simplista e redutora da ciência e não tem contribuído para o aumento da cultura científica do cidadão em geral (Gago, 1990). Cada cientista tem um estilo diferente e diferentes abordagens da verdade, o que torna a existência de um método científico universal algo que pouco tem a ver com a realidade.

A dimensão psicológica da ciência considera os condicionalismos de natureza humana dos cientistas, que influenciam a sua atividade científica. As posições pessoais, políticas e religiosas dos cientistas têm impacto no tipo de ciência que optam por fazer. Sendo os cientistas pessoas como as outras possuem posições, valores, crenças e interesses que, de algum modo, podem influenciar a forma como fazem ciência.

A dimensão sociológica refere-se às relações que se estabelecem entre pares e no seio da comunidade científica como um todo e a sua articulação com a sociedade.

Apesar de não existir um consenso total acerca da natureza do empreendimento científico, as seguintes ideias merecem o acordo mais ou menos generalizado: (i) o conhecimento científico é confiável mas provisório; (ii) a observação é importante em ciência, mas o conhecimento científico baseia-se também em inferências, evidências e

argumentos racionais; (iii) não existe um método único para fazer ciência e a ciência procura descrever o mundo de uma forma simples, ordenada e compreensível; (iv) a definição do que é a ciência baseia-se em critérios determinados pela comunidade científica e que mudam ao longo da história; (v) a ciência não é a única forma válida de se obter conhecimento acerca do mundo; (vi) a ciência é uma construção coletiva, em que ciência e tecnologia interagem uma com a outra.

Metodologia

Problema, objetivos e amostra do presente estudo

O problema orientador do estudo desenvolvido assentou na seguinte questão: De que modo refletem os manuais algumas das novas concepções acerca da natureza da Ciência?

Os objetivos definidos foram os seguintes: Verificar a presença de algumas das novas concepções acerca da natureza da ciência; Comparar as concepções assumidas pelos autores dos manuais acerca da natureza da ciência com o modo como esta dimensão se encontra expressa no manual que conceberam.

A população e a amostra de manuais escolares foram coincidentes, uma vez que foram analisados todos os manuais de Ciências da Natureza do 5.º ano de escolaridade editados em Portugal, em 2010, num total de nove. Os manuais em estudo aparecem referenciados por uma letra do alfabeto de A a I, atribuída por escolha aleatória – código do manual.

Já no que se refere aos autores dos manuais escolares, a população foi constituída por todos os autores dos referidos manuais, vinte e dois, tendo a amostra sido formada por um autor de cada um dos manuais analisado, num total de nove.

Assim, nos manuais, as dimensões e aspetos analisados foram os seguintes: Na dimensão epistemológica/filosófica – Mutabilidade do conhecimento científico; Metodologia Científica; Espaços onde decorre a atividade científica. Na dimensão psicológica – O sucesso do trabalho científico; A dinâmica do trabalho científico; Dificuldades, hesitações e discordâncias no trabalho dos cientistas. Na dimensão sociológica – Particularidades humanas dos cientistas; Unanimidade nas descobertas científicas; Intercâmbio, cooperação e troca argumentativa na comunidade científica.



Seleção das técnicas e construção dos instrumentos utilizados

O modelo de investigação foi de natureza qualitativa, recorrendo-se às seguintes técnicas de recolha de dados: análise documental (no caso dos manuais) e inquérito (no caso dos autores). Os instrumentos foram, respetivamente, uma grelha de análise, cuja construção partiu de alguns referenciais expressos por Afonso (2008), e um questionário. No questionário apresentado aos autores dos manuais continha várias questões mas a última procurava ir ao encontro do problema de investigação anteriormente apresentado. A pergunta era a seguinte: “A que aspetos relacionados com a natureza epistemológica/filosófica da ciência deu particularmente relevo/importância no manual que concebeu?”

Com a utilização da grelha de análise, e após o levantamento dos dados recolhidos nos manuais escolares sobre os aspetos da natureza da ciência, fez-se o registo, que consta no Quadro em anexo. Os dados recolhidos foram inseridos de acordo com os indicadores dos aspetos considerados e posteriormente determinadas as frequências para cada um. A análise às frequências obtidas serviu também para verificar se há alguma relação entre as ideias da natureza da ciência apresentadas nos manuais escolares e o tipo de atividades que propõem, um outro aspeto objeto de estudo e cujos resultados não se apresentam por limitações de espaço, mas que podem ser consultados em Barbosa (2012).

Validação

Depois de selecionados e construídos os instrumentos que considerámos adequados para se conseguir obter as informações necessárias, estes foram sujeitos a processos de validação e fiabilidade. Para a validação da grelha de análise dos manuais foi solicitada a opinião de dois especialistas na área da didática das ciências. Com base nos pareceres positivos obtidos, houve apenas necessidade de proceder a pequenas alterações, tendo-se mantido praticamente intacta a estrutura inicial. A fiabilidade dos resultados foi igualmente testada, para diminuir a subjetividade da análise. Assim, 1/3 dos manuais foram analisados igualmente por um especialista da área, confrontados os resultados e analisadas as discrepâncias. Também com o mesmo fim, repetiu-se a análise documental, passados dois meses após o primeiro preenchimento da Grelha utilizada, tendo-se constatado que os dados obtidos eram similares aos anteriores.

No que respeita ao questionário, após a sua elaboração, foi também solicitada a

sua validação por um especialista nesta área, para verificação da clareza e objetividade na formulação das questões e adequação das mesmas ao objetivo do estudo.

Resultados

Da análise efetuada optou-se por apresentar apenas algumas transcrições de alguns manuais que ilustram os vários aspetos considerados. Assim, na dimensão epistemológica/filosófica, o aspeto que surge em todos os manuais é o da mutabilidade do conhecimento científico (15 referências). Alguns exemplos; *“Robert Whittaker... desenvolveu vários trabalhos de investigação...descobrimos factos que contrariavam algumas das ideias da época”* (manual B, p. 153); *“A ciência está em constante evolução e, como tal, também a classificação das rochas evolui.”* (manual D, p. 202); *“Podemos, por isso, dizer que os sistemas de classificação não são definitivos”* (manual I, p. 165).

No aspeto referente à metodologia científica, realça-se que apenas dois manuais fazem alusão a uma pluralidade de métodos em função do contexto investigativo: *“Métodos de cientista – Atividades onde a partir de determinadas tarefas, podes realizar/experienciar pequenas investigações”*, (manual A, p. 5). Um dos manuais ainda faz menção ao “método científico” uno e sequenciado da observação às conclusões. Neste manual afirma-se: *“Em Ciências da Natureza é importante...conhecer o método científico”* (manual G, p. 10). Na mesma página desta referência é referido também o seguinte: *“No método científico podemos considerar vários passos: 1- Observação; 2- Problema; 3- Hipótese; 4- Recolha de dados e/ou experimentação; 5- Análise de dados; 6- Conclusão; 7- Novas hipóteses”*. E ainda *“É assim que a ciência vai crescendo passo a passo, e o Homem vai tendo cada vez mais conhecimento”*. Ainda nesta dimensão, e quanto aos espaços onde decorre a atividade científica, três manuais referem que a ciência não estuda só o que acontece dentro de um laboratório: *“...atividades a realizar no laboratório ou em aula de campo”* (manual A, p. 4); *“A ciência não estuda só o que acontece dentro de um laboratório”* (manual B, p. 7); *“O trabalho de campo é um trabalho prático. Pode também ser experimental ou laboratorial-experimental”* (manual D, p. 7).

Quanto à dimensão psicológica, e no aspeto do sucesso do trabalho científico, quatro manuais referem que o trabalho dos cientistas tem êxitos e fracassos: *“O trabalho dos cientistas e das cientistas está repleto de êxitos e fracassos”* (manual D,



p. 123); *“Muitas descobertas científicas são o resultado de êxitos e fracassos de diversos cientistas...”* (manual D, p. 177); *“ Umas vezes têm êxito, outras não...”* (manual G, p. 10). No entanto, nenhum refere qualquer relato de um episódio de insucesso. Por outro lado, vários autores optam por empregar o verbo “descobrir” (seis manuais), provavelmente para potenciar a motivação dos alunos desta faixa etária. No entanto esta menção pode traduzir-se numa visão heroica da ciência e estar a favorecer o desenvolvimento de concepções acerca da ciência menos corretas: *“...Cavendish descobriu que se produzia um ar inflamável...”* (manual D, p. 177); *“Assim, em 1674, Leeuwenhoek descobriu o mundo da vida microscópica”* (manual E, p. 127) e *“...descobriu aquilo a que a que chamou animálculos...”* (manual H, parte 2, p. 7).

Relativamente à dinâmica do trabalho científico, só três manuais referem que o cientista trabalha em equipa: *“Os cientistas, atendendo à importância e grandeza das tarefas que lhes são exigidas, preferem trabalhar em equipa”* (manual B, p. 7); *“A cientista portuguesa Maria Manuel Mota recebeu o prémio da Fundação Europeia da Ciência, em 2004, pelo trabalho da sua equipa sobre a malária”* (manual C, p. 139); *“... tomou conhecimento de que um grupo de químicos a trabalhar em Inglaterra tinha já descoberto ...”* (manual D, p. 177). Também neste aspeto, alguns autores referem que em épocas anteriores alguns cientistas trabalhavam mais isoladamente. Mencionam o termo “pai” ao referirem-se a um determinado cientista. Esta “paternidade” pode induzir à perceção de que a ciência é um trabalho individual. Esta ideia encontra-se presente em seis manuais que fazem referências como: *“Gregor Johann Mendel (1822 – 1884), botânico austríaco, é hoje considerado o pai da genética”* (manual B, p. 112), ou *“... Lineu, considerado o pai da taxonomia”* (manual D, p. 125) e *“Antoine Lavoisier [...] conhecido como o pai da Química ...”* (manual E, p. 181).

Quanto às dificuldades, hesitações e discordâncias no trabalho dos cientistas, apenas três manuais referem que o trabalho dos cientistas não é fácil: *“Ser cientista não é fácil!”* (manual B, p. 7); *“ As suas descobertas são o resultado de muitos anos de estudo e persistência e, frequentemente, são criticados pela sociedade”* (manual D, p. 123); *“Durante vários séculos, os cientistas tentaram descobrir...”* (manual I p. 140). Ainda nesta dimensão, e no mesmo aspeto, nenhum manual faz referência ao facto de a evolução em ciência poder não ser um processo contínuo. No entanto, um manual dá a entender esta continuidade: *“ É assim que a ciência vai crescendo passo a passo...”* (manual G, p. 10).

Quanto à dimensão sociológica, em relação ao aspeto intercâmbio e cooperação na comunidade científica e divulgação das suas descobertas, seis manuais mencionam que os cientistas comunicam/cooperam uns com os outros: “...para facilitar a comunicação dos conhecimentos” (manual B, p. 155); “...permite aos cientistas comunicarem uns com os outros sobre os seus trabalhos” (manual C, p. 150); “...permite que os cientistas (...) comuniquem entre si o resultado das suas investigações” (manual I, p. 160). Quanto à divulgação das descobertas dos cientistas, quatro manuais fazem essa alusão: “Quando um cientista descobre algo importante, descreve a sua descoberta num artigo científico, para que outros cientistas possam ter conhecimento da sua descoberta, a possam testar e a possam usar...” (manual A, p. 108); “A sua tese foi posteriormente publicada na forma de livro de divulgação científica” (manual B, p. 207); “...obra na qual divulgou as suas pesquisas em várias áreas da ciência” (manual G, p. 117). Quanto à unanimidade nas descobertas científicas, três manuais fazem alusão a que os cientistas nem sempre chegam à mesma conclusão: “A evolução em ciência nem sempre é um processo pacífico, criando-se, por vezes, alguns desentendimentos entre cientistas” (manual B, p. 6); “Porém, nem todos os cientistas são desta opinião” (manual F, p. 181). Ainda nesta dimensão, e no aspeto das particularidades humanas dos cientistas, apenas um manual faz uma referência: “Os cientistas são homens e mulheres comuns...” (manual B, p. 6).

Discussão dos Resultados

Depreende-se da análise efetuada que apesar de os manuais utilizados na investigação não veicularem explicitamente imagens estereotipadas dos cientistas e na generalidade referirem a divulgação das suas descobertas, verifica-se ainda a presença, em alguns manuais, de ideias que traduzem uma construção da ciência de uma forma demasiado individualista. Refira-se que um dos manuais, assume ainda como pressuposto que há um só método científico que deve ser ensinado com uma estrutura sequencial de etapas fixas hierarquicamente organizadas, ideia que se pensava há muito ultrapassada. De notar que uma grande parte das referências sobre estes aspetos da natureza da ciência se encontram quase na globalidade dos manuais no tema – A célula e a classificação dos seres vivos. Refira-se ainda que nos vários manuais, algumas alusões se encontram inseridas no corpo de texto principal, aparecendo em outros casos à margem deste em colunas laterais como “Leitura complementar” ou nas páginas anteriores à Introdução, o que diminui a visibilidade



que mereciam. Nestes casos, se o professor não lhes fizer alusão, passarão facilmente despercebidos a uma grande maioria dos alunos.

No que se refere à pergunta feita aos autores dos manuais, os resultados são de algum modo decepcionantes. Os aspetos da natureza epistemológica/filosófica da ciência a que alguns autores dizem ter incluído no manual escolar que conceberam foram as relações CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente) e apenas um deles refere ainda a contextualização histórica da ciência. Se é verdade que estas abordagens mostram uma visão de Ciência aberta à sociedade, os autores foram parcos em termos das referências relacionadas com a natureza da ciência, incluídas nos seus manuais. Verifica-se assim que as respostas dos autores acabam por não responder verdadeiramente à pergunta formulada.

Conclusões

Em termos globais, a presença de aspetos relacionados com a natureza da ciência nos manuais escolares em análise tiveram reduzida expressão, não lhes atribuindo os seus autores a importância que se considera devida. Isto porque são várias as razões que apelam para a sua inclusão, como, por exemplo, uma maior perceção do que constitui a ciência enquanto empreendimento social. Assim, a maioria dos autores não enfatiza a inclusão de aspetos acerca da natureza da ciência nos manuais escolares, ou aborda-os de uma forma muito superficial, por vezes, veiculando até imagem errada ou ultrapassados acerca da natureza da ciência.

Este estudo visa ajudar os professores na apreciação dos manuais com que trabalham ou a adotar no futuro, despertando-os para aspetos que devem ter em conta na avaliação da sua qualidade. Visa ainda uma maior reflexão crítica das propostas de natureza prática que neles se encontram com vista a evitar o seu seguidismo irrefletido na prática pedagógica dos docentes.

Anexo 1 – Frequência dos aspetos acerca da natureza da ciência presentes nos manuais escolares de 5.º ano de Ciências da Natureza.

| Aspetos | Indicadores | Manuais | | | | | | | | | |
|--|--|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|-------|
| | | A | B | C | D | E | F | G | H | I | Total |
| Mutabilidade do conhecimento | O conhecimento científico altera-se | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 3 | 15 |
| Metodologia Científica | Referência a uma pluralidade de metodologias | 1 | 1 | | | | | | | | 2 |
| | Referência a um método científico linear | | | | | | | 1 | | | 1 |
| Espaços de atividade científica | Referência a diferentes espaços | 1 | 1 | | 1 | | | | | | 3 |
| O sucesso do trabalho científico | Os cientistas têm êxitos e fracassos. | 1 | 1 | | 2 | | | 1 | | | 5 |
| | Os cientistas têm sempre êxito. | 5 | 2 | | 1 | 1 | | 1 | 1 | | 11 |
| Dinâmica do trabalho científico | O cientista trabalha em equipa. | | 1 | 1 | 1 | | | | | | 3 |
| | O cientista trabalha isoladamente. | 1 | 2 | | 1 | 2 | | 2 | | 1 | 9 |
| Dificuldades e hesitações no trabalho dos cientistas | A evolução da ciência é um processo contínuo. | | | | | | | 1 | | | 1 |
| | O trabalho dos cientistas não é fácil. | | 4 | | 1 | | | | | 1 | 6 |
| Particularidades dos cientistas | Os cientistas são pessoas comuns | | 1 | | | | | | | | 1 |
| Unanimidade nas descobertas | Os cientistas nem sempre chegam à mesma conclusão. | 3 | 2 | | | | 1 | | | | 6 |
| Intercâmbio na comunidade científica | Os cientistas cooperam uns com os outros. | 2 | 2 | 2 | | | 1 | | 1 | 1 | 9 |
| | Os cientistas divulgam as suas descobertas. | 1 | 7 | | | 1 | | 3 | | | 12 |



Referências Bibliográficas

- Afonso, M. (2008). *A educação científica no 1º ciclo do Ensino Básico. Das teorias às práticas*. Porto: Porto Editora.
- Barbosa, N. (2012). *Características do Trabalho Prático e Presença de Conceções Acerca da Ciência nos Novos Manuais Escolares para o 5º Ano de Escolaridade*. Dissertação de mestrado não publicada, Escola Superior de Educação de Lisboa, Instituto Politécnico de Lisboa.
- Gago, M. (1990). *Manifesto para a ciência em Portugal*. Lisboa: Gradiva.
- Harlen, W. (2006). On the relationship between assessment for formative and summative purposes. In J. Gardner (Ed.), *Assessment and Learning* (pp. 103-118). London: Sage.
- Hodson, D. (1998). *Teaching and Learning Science: towards a personalized approach*. Buckingham – Philadelphia: Open University Press.
- Millar, R. & Osborn, J. (1998). *Beyond 2000: Science education for the future*. London: King's College, School of Education.
- Ministério da Educação (2001). *Currículo nacional do ensino básico: Competências essenciais*. Lisboa: Ministério da Educação, Departamento da Educação.
- Praia, J. & Cachapuz, A. (1998). Conceções epistemológicas dos professores portugueses sobre o trabalho experimental. *Revista Portuguesa de Educação*, 11 (1), 71-85.
- Ziman, J. (1984). *An Introduction to Science Studies – The Philosophical and Social Aspects of Science and Technology*. Cambridge: Cambridge University Press.